

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ РАЗНОРОДНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОТЕЛЬНЫХ СТАЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Приймак Е.Ю., Трякина Н.Ю.

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) «Оренбургский
государственный университет», г. Орск
nadiamtm@yandex.ru

Металл котельных труб тепловых электростанций работает в сложных условиях, сочетающих в себе воздействие высоких температур и напряжений и воздействие коррозионной среды. Сварные соединения по сравнению с основным металлом - свариваемой сталью, отличаются присущими им особенностями: неоднородностью металла по зонам соединения (химической, структурной, механической) и пониженными свойствами, поэтому сварные соединения относятся к категории наиболее слабых элементов, которые лимитируют сроки службы котельных труб.

Основное назначение термической обработки сварных соединений - это улучшение свойств металла после сварки и релаксация остаточных сварочных напряжений. Проведение правильной термической обработки – залог обеспечения работоспособности и безотказности сварных конструкций и, наоборот, отклонение от оптимальных режимов чревато резким снижением служебных характеристик.

В качестве материала для выполнения исследования были выбраны сварные соединения из сталей 20, 12Х1МФ и 12Х18Н12Т в сочетаниях сталь 20 – 12Х1МФ и сталь 20 – 12Х18Н10Т, которые применяются для труб пароперегревателей, работающих в условиях ползучести. Кроме того, сталь 12Х18Н12Т работает в агрессивных средах при повышенных температурах, поэтому одним из основных требований, предъявляемых к этому материалу, является обеспечение высокой коррозионной стойкости.

Сварные соединения из теплоустойчивой стали 12Х1МФ характеризуются значительной структурной неоднородностью металла зон.

Структура основного металла представляет собой феррит и сорбит с равномерно распределенными частицами карбидов.

Воздействие нагрева при сварке привело к формированию неравновесных структур в ЗТВ в областях, прилегающих к сплавлению, а также участка рекристаллизации, характеризующихся образованием мелкозернистой структуры. Металл шва также имеет мелкозернистое строение с наличием избыточного феррита, образующего оторочки по границам аустенитных зерен.

Типичная неоднородность твердости металла зон таких соединений отражает их характерную неоднородность микроструктуры. В исследуемых сварных соединениях в процессе сварки образовались участки с повышенной и пониженной прочностью.

Наиболее слабым участком ЗТВ, обладающего пониженной прочностью, является область, подвергнутая нагреву до температур близких к A_1 и несколько ниже. Формирование так называемой мягкой прослойки в этом температурном интервале связано с изменением строения карбидной фазы, сопровождающемся обеднением твердого раствора легирующими элементами. Существование мягкой прослойки является основной причиной снижения эксплуатационных свойств и приводит к существенному уменьшению времени до разрушения сварных соединений из стали 12Х1МФ, работающего в условиях ползучести.

Для устранения указанных недостатков и повышения служебных свойств сварных соединений теплоустойчивых сталей была предложена термическая обработка, заключающаяся в нормализации при 1100 °С и высоком отпуске при 700 °С, а также проведение самостоятельного отпуска при температурах 300 и 700 °С для снижения остаточных напряжений и диффузионного перераспределения углерода и легирующих элементов в мягкой прослойке.

Полная термическая обработка сварного соединения стали 20-12Х1МФ по циклу «Нормализация + высокий отпуск» привела к устранению структурной и механической неоднородности, а стали 20-12Х18Н12Т способствовала образованию трещины по линии сплавления, вызванной возникновением внутренних напряжений, возникших из-за неравномерного нагрева и охлаждения свариваемых материалов.

Металл сварных соединений разнородных сталей сталь 20-12Х1МФ и сталь 20-12Х18Н12Т характеризуется значительной структурно-механической неоднородностью, связанной как воздействием термодиффузионного цикла сварки, так и различием в химическом составе свариваемых материалов;

Проведение термической обработки по режиму отпуска способствовало развитию диффузионной прослойки в сварном соединении и частичному устранению механической неоднородности;

Таким образом, для сварных соединений одинаковых структурных классов рекомендуемой термической обработкой, устраняющей структурно-механическую неоднородность СС, является проведение нормализации и высокого отпуска, а для сталей разных структурных классов – проведение низкого отпуска, способствующего частичному снятию внутренних напряжений.